

## **Un proyecto de innovación docente para la enseñanza de la geología en la Ingeniería Técnica de Minas: adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior**

Vicente López Sánchez-Vizcaíno<sup>1</sup>, Javier Rey<sup>1</sup>, María del Carmen Hidalgo<sup>1</sup>, María José de la Torre<sup>1</sup>, Roque Aguado<sup>1</sup>, Julián Martínez<sup>2</sup> y María José Campos<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Geología y <sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera.  
Escuela Politécnica Superior de Linares. Universidad de Jaén. C/ Alfonso X El  
Sabio, 28, 23700, Linares, España.

[vlopez@ujaen.es](mailto:vlopez@ujaen.es)

### **Resumen**

El proyecto de innovación docente realizado ha contribuido a que los estudiantes de primer curso de Ingeniería Técnica de Minas de la Universidad de Jaén entiendan desde el comienzo de sus estudios universitarios que la Geología es una ciencia unitaria, que todos los procesos que se estudian en ella están interrelacionados y que esto es fundamental para llevar a cabo con éxito su futura tarea profesional.

Diversas actividades se han desarrollado de forma coordinada, en el marco de la Experiencia Piloto de implantación de los ECTS en la mencionada titulación. Las actividades más significativas se han llevado a cabo conjuntamente por todos los alumnos de cuatro asignaturas, con el fin de alcanzar una serie de objetivos comunes. La aplicación de diversas metodologías docentes, presenciales y no presenciales, la implicación y coordinación de los profesores implicados y la continua revisión de la adecuación entre el trabajo realizado y los objetivos propuestos han permitido obtener unos resultados altamente satisfactorios, aunque muy exigentes para profesores, estudiantes y centros universitarios.

### **INTRODUCCIÓN**

La importancia de los conocimientos geológicos en la Ingeniería Técnica de Minas resulta evidente si se tienen en cuenta las atribuciones que tiene el Ingeniero Técnico de Minas en su actividad profesional y el ámbito en el que ésta se desarrolla (García (Coord.), 2005, *Libro blanco del título de grado en Ingeniería de Minas y Energía, Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), Madrid*). Dicha importancia está contemplada en los actuales planes de estudios de las tres especialidades de Ingeniería Técnica de Minas que se imparten en la Escuela Politécnica Superior de Linares: Sondeos y Prospecciones Mineras; Explotación de Minas y Recursos Energéticos Combustibles y Explosivos (BOE, 1995, 52:115-122; BOE, 1997, 30:3519-3533). Sin embargo, las numerosas asignaturas con contenidos geológicos de los mencionados planes de estudios adolecen de un número reducido de créditos y de unos descriptores muy específicos que pueden llevar en ocasiones a los estudiantes a tener una concepción demasiado compartimentada y rígida sobre los procesos y los materiales que estudian en ellas.

Por ello, durante el segundo cuatrimestre del pasado curso académico 2006/07 se llevó a cabo una experiencia de innovación docente (*"Aproximación multidisciplinar al estudio de la geología, las Rocas y los minerales del Parque Natural de Despeñaperros y de su entorno"*) cuyo principal interés ha consistido en contribuir de manera significativa a que los estudiantes de Ingeniería Técnica de Minas entiendan desde el comienzo de sus estudios universitarios que la Geología es una ciencia unitaria, que todos los procesos que se estudian en ella están interrelacionados (aunque puedan estudiarse por separado) y que esto es fundamental para llevar a cabo con éxito su futura tarea profesional.

Desde el punto de vista de los profesores, la realización de las distintas actividades previstas en el proyecto mencionado y los cambios que se están operando en el sistema universitario español (Experiencias Piloto de implantación del Crédito Europeo, importancia creciente de la evaluación de la calidad docente en los mecanismos de promoción) han motivado una reflexión, también expuesta en esta comunicación, sobre la validez y los límites de la implicación del profesorado en este tipo de tareas.

## MARCO TEÓRICO Y OBJETIVOS

El proyecto se ha llevado a cabo en el marco de la Convocatoria para la profundización, innovación y mejora docente en las Experiencias Piloto de implantación del Crédito Europeo, proceso este último en el que se encuentra inmersa desde el curso 2006-07 la titulación de Ingeniería Técnica de Minas, que se imparte en la Escuela Politécnica Superior de Linares de la Universidad de Jaén.

La realización de las actividades concretas programadas en el Proyecto ha tenido en cuenta las recomendaciones del Informe sobre Innovación de la Docencia en las Universidades Andaluzas (CIDUA, 2005, *Informe sobre innovación de la docencia en las universidades Andaluzas. Comisión para la Innovación de la Docencia en las Universidades Andaluzas*) y cuyo objetivo prioritario es potenciar la motivación del estudiante y su implicación activa en la adquisición y aplicación del conocimiento. Se pretende que los alumnos adquieran un conjunto conocimientos y desarrollen determinadas capacidades y actitudes que se consideran fundamentales para su futura actividad profesional. Para ello se deben aplicar una serie de principios y de metodologías docentes que permitan la combinación del trabajo individual de los estudiantes, las explicaciones del docente, la experimentación en la práctica, la interacción y el trabajo cooperativo entre iguales y la comunicación con el tutor.

En este contexto, se propusieron una serie de objetivos que se especifican a continuación:

### ***Objetivos propuestos para los estudiantes***

#### *Conocimientos*

- a) Conocer los aspectos fundamentales de la geología del norte de la provincia de Jaén
- b) Conocer las principales características mineralógicas, texturales y estructurales que se pueden observar en las rocas de los afloramientos visitados.
- c) Relacionar las características mencionadas con los procesos geológicos que han dado lugar a su formación

### *Habilidades*

- d) Recopilar información básica sobre la geología de un área concreta que se vaya a visitar.
- e) Situarse en el campo por medio de mapas y GPS.
- f) Describir los minerales y las rocas que se encuentran en los afloramientos y tomar muestras para su estudio posterior.
- g) Describir las estructuras geológicas que se observan en los afloramientos y manejar la brújula en la toma de datos estructurales para su posterior análisis e interpretación.
- h) Reconocer y describir al microscopio petrográfico los principales minerales de los distintos tipos de rocas y las relaciones texturales existentes entre ellos.
- i) Elaborar los datos de un estudio geológico sencillo y presentar en público los principales resultados.

### *Actitudes*

- j) Despertar el interés por la geología
- k) Valorar, respetar y conservar el patrimonio geológico
- l) Valorar los conocimientos geológicos sobre una zona concreta como un punto de partida imprescindible para cualquier tipo de actuación técnica que se vaya a llevar a cabo en ella.

### ***Objetivos propuestos para los profesores***

- a) Aprender a trabajar en equipo de forma coordinada.
- b) Valorar la importancia de aplicar técnicas docentes innovadoras.
- c) Relacionar, dar un hilo conductor, a distintas técnicas docentes.
- d) Transmitir entusiasmo por la Geología.

## **MÉTODO Y PROCESO DE INVESTIGACIÓN**

El mencionado proyecto fue llevado a cabo por un equipo docente integrado por distintos profesores, responsables de cuatro asignaturas diferentes del primer curso de las tres especialidades de la titulación de Ingeniería Técnica de Minas: Mineralogía y Petrología, Sedimentos y Rocas Sedimentarias, Geología Estructural y Recursos Geológicos). Durante un periodo de siete semanas se realizaron de manera coordinada un conjunto de actividades docentes innovadoras. De éstas, las actividades más significativas se llevaron a cabo conjuntamente por todos los alumnos de las cuatro asignaturas, con el fin de alcanzar una serie de objetivos comunes. Así, en primer lugar, se impartió, por parte de un prestigioso conocedor del área (el doctor A. Azor de la Universidad de Granada), un seminario de introducción sobre la Geología del Parque Natural de Despeñaperros y de su entorno regional. Posteriormente se desarrollaron tres excursiones: a) Geología de la transversal Santa Elena – Aldeaquemada; b) Parque Natural de Despeñaperros y su entorno, incluyendo la visita al túnel en construcción de la nueva variante de la

A-4; c) Stock granodiorítico de Santa Elena y a sus rocas encajantes. El contexto geológico regional ha sido revisado con detalle (Lillo et al., 1998a, *Mapa y memoria explicativa de la hoja 863 –Aldequemada– del Mapa Geológico 1:50.000, I.G.M.E., Madrid*; Lillo et al., 1998b, *Mapa y memoria explicativa de la hoja 863 –Santa Elena– del Mapa Geológico 1:50.000, I.G.M.E., Madrid*).

Además, en cada una de las asignaturas, se llevaron a cabo distintas actividades docentes entre las que podríamos destacar las tutorías especializadas para preparar las excursiones, las actividades académicas dirigidas y tutorías especializadas en las que se analizaron y estudiaron los datos y muestras recogidas durante las excursiones o los seminarios con exposiciones por parte de los estudiantes de los principales resultados obtenidos del estudio anterior.

A modo de ejemplo, en la **Tabla 1** se muestran las actividades realizadas en la asignatura Mineralogía y Petrología (1º I.T.Minas, Especialidad en Explotación de Minas), la importancia de cada una de ellas para alcanzar los objetivos previstos en el proyecto y las metodologías docentes empleadas.

<b>Tabla 1:</b> Resumen de los objetivos propuestos, de las actividades realizadas para alcanzarlos, de las metodologías docentes empleadas y de la valoración de cada actividad por parte de los alumnos en el caso de la asignatura <i>Mineralogía y Petrología</i> (1º I.T.Minas, Especialidad en Explotación de Minas). Las encuestas fueron respondidas por 12 alumnos: la totalidad de los alumnos matriculados en la asignatura.		<b>Actividad (metodología docente)</b>						
		Conferencia introductoria (Seminario)	Visita túnel Despeñaperros (Excursión)	Visita Plutón Santa Elena (Excursión)	Informe excursión (Trabajo individual)	Estudio rocas Santa Elena (Trabajo en pequeños grupos)	Exposición ante profesor (Tutoría pequeños grupos)	Exposición ante toda la clase (Seminario colectivo)
<b>OBJETIVOS</b>								
<b>Conocimientos</b>	a) Geología del norte de la provincia de Jaén	X		X	X		X	X
	b) Características mineralógicas, texturales y estructurales de las rocas	X		X	X	X		
	c) Relación características observadas - procesos geológicos	X		X	X		X	X
<b>Habilidades</b>	d) Recopilar información geológica básica				X	X	X	X
	e) Situar en el campo por medio de mapas y GPS.			X				
	f) Descripción y toma muestras de minerales y rocas			X				
	g) Descripción estructuras y toma datos estructurales			X				
	h) Descripción petrográfica de rocas					X	X	X
	i) Elaboración estudio geológico y presentación resultados				X	X	X	X
	j) Interés por la geología	X	X	X	X	X	X	X
<b>Actitudes</b>	k) Valoración y conservación patrimonio geológico	X	X	X			X	X
	l) Valoración conocimientos geológicos para actuación técnica		X				X	X
<b>Valoración global de cada actividad por los estudiantes (1: muy negativa – 5: muy positiva)</b>		<b>4.0</b>	<b>4.9</b>	<b>4.2</b>	<b>4.1</b>	<b>3.9</b>	<b>4.4</b>	<b>4.5</b>

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A partir de las actividades desarrolladas en este proyecto, los estudiantes han adquirido una serie de conocimientos geológicos básicos en trabajo de campo: así, los alumnos, in situ, han reconocido las principales características mineralógicas y texturales de las rocas en los afloramientos visitados. Por otro lado, han levantado columnas estratigráficas, analizando e interpretando las distintas asociaciones de facies. La evolución de estas facies en vertical les ha permitido deducir transgresiones y regresiones en el registro fósil. Desde un punto de vista estructural, han interpretado las distintas geometrías en los afloramientos, deduciendo las principales estructuras de la región.

El estudio de campo, con enfoques distintos, pero complementarios, en función de las diferentes asignaturas que han participado en la experiencia, ha permitido a los alumnos llegar a tener una idea integradora de los distintos procesos geológicos que han tenido lugar. Todo ello se ha aplicado a un entorno geográfico cercano y conocido por una gran mayoría de los participantes, lo que sin duda contribuyó a aumentar su grado de motivación en la experiencia.

La importancia práctica de todos los conocimientos geológicos adquiridos se puso de manifiesto ante un problema técnico real: en la visita al túnel en construcción de la nueva variante de la A-4, los alumnos fueron capaces de entender cómo el conocimiento geológico regional y local facilita la resolución de muchos de los problemas a los que diariamente se enfrentan los ingenieros en las obras públicas. Por tanto, entendemos que con este tipo de experiencias, se potencian las actitudes que se marcaron en los objetivos del proyecto y, en especial, el despertar el interés por la geología como herramienta de base fundamental para la labor de un buen ingeniero de minas.

La evaluación de los resultados de la realización del proyecto descrito debe tener en cuenta diversos aspectos. Por un lado, en lo referido a la calificación final de los alumnos matriculados en las distintas asignaturas participantes, el mayor número de actividades evaluables y la diversidad de los objetivos que se pretenden alcanzar con ellas (adquisición de conocimientos, fomento de habilidades, estímulo de actitudes) influyen en que la calificación final se ajuste mejor a los resultados generales que se intentan obtener con la aplicación de las experiencias piloto de implantación del crédito europeo.

Independientemente de la calificación concreta de cada alumno en cada asignatura, se ha insistido también en la participación de los estudiantes en el seguimiento y evaluación de las metodologías docentes. Esto se ha realizado a través del intercambio personal y en clase de opiniones y sugerencias y, en el caso de alguna asignatura (Mineralogía y Petrología), en la entrega a los estudiantes de una encuesta final, a la que respondieron de forma anónima y voluntaria a la finalización del examen teórico final. Algunos de los resultados finales de la mencionada encuesta se exponen en la última fila de la Tabla 1 y ponen de manifiesto un alto grado de satisfacción con las actividades realizadas y las metodologías empleadas.

Es también muy positiva la respuesta recibida ante valoraciones más generales de esta misma encuesta sobre la percepción general de haber aprendido, de valorar el trabajo de campo y en equipo y sobre la labor del profesor:

- Las actividades realizadas me han servido para aprender Petrología : 4.6
- He aprendido a valorar la importancia de las observaciones en el campo como punto de partida de cualquier estudio geológico: 4.5
- Las actividades realizadas en pequeños grupos me han ayudado a aprender a contrastar opiniones y valorar el trabajo en equipo: 4.0
- El profesor de la asignatura ha realizado una buena labor de preparación de las actividades y de estímulo del trabajo de los estudiantes: 4.6

(Valoración de las afirmaciones: 1: en total desacuerdo; 5: muy de acuerdo).

En este apartado no queremos dejar de señalar que la experiencia ha sido considerada también como muy positiva por los distintos profesores que hemos participado en ella. La elaboración y puesta en práctica del proyecto ha supuesto una excelente oportunidad para aumentar nuestra capacidad para trabajar en



equipo, coordinando nuestras actividades, buscando un hilo conductor entre ellas e integrando nuevas técnicas docentes como complemento adecuado de las tradicionales. Todo ello nos parece fundamental para el proceso de Experiencias Piloto en la implantación del ECTS.

## **DISCUSIÓN**

La experiencia realizada ha permitido potenciar las estrategias de enseñanza basadas en la pluralidad metodológica. En todas las asignaturas ha habido actividades presenciales en grupos ordinarios de docencia, pero también actividades presenciales en gran grupo y trabajo individual y en pequeños grupos dirigidos. Con esta experiencia de innovación docente se ha contribuido de manera significativa a que los estudiantes de Ingeniería Técnica de Minas, entiendan desde el comienzo de sus estudios universitarios que la Geología es una ciencia unitaria, que todos los procesos que se estudian en ella están interrelacionados y que esto es fundamental para llevar a cabo con éxito su futura tarea profesional.

Por otro lado, los profesores que participaron en el proyecto manifestaron en el informe final de evaluación que la elaboración y puesta en práctica del mismo había supuesto una excelente oportunidad para introducir nuevas técnicas docentes y que había obligado a “repensar” las asignaturas, aspecto valorado muy positivamente por todos, pese a que la experiencia resultó también extraordinariamente costosa en tiempo de dedicación del profesorado.

En relación con lo anterior, surgen discrepancias entre la realidad de la aplicación de los proyectos de innovación docente y el modelo CIDUA (2005), en el que se muestran una serie de propósitos y de principios para la enseñanza universitaria que, por lógicos y razonables, deberían ser universales.

La aplicación de este modelo requiere:

- a) Grupos suficientemente pequeños de alumnos.
- b) Profesores suficientemente motivados, pero que cada vez más se encuentran con que su trabajo docente innovador puede llegar a ser un inconveniente grave para desarrollar su carrera científica. No conviene perder de vista que en los últimos años se ha ampliado extraordinariamente el tiempo que un profesor universitario debe dedicar a cumplir con exigencias meramente burocráticas relacionadas con la docencia.
- c) Centros suficientemente dotados en lo material y lo económico. En este sentido, se pretende hacer un llamamiento a la reflexión a los responsables públicos para que la implantación de los nuevos títulos en el EEES pueda ser un éxito.

Por consiguiente y en nuestra opinión, debería imponerse el realismo a la hora de proponer actividades de innovación docente y de desarrollarlas en el tiempo, no sólo por la necesidad de los profesores de alcanzar un equilibrio entre el tiempo dedicado a docencia y a investigación, sino también por el bien de los propios alumnos: en el plan piloto actual, en el que sólo un 30% de los créditos se imparten como créditos europeos, la coincidencia temporal de actividades (sobre todo al final del cuatrimestre) y la demanda simultánea de trabajos de todo tipo a los estudiantes han superado con mucho la lógica y la razón antes mencionadas.